

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 697 910

(21) N° d'enregistrement national :

92 13464

(51) Int Cl⁵ : G 01 D 5/26, H 04 B 10/12, G 01 B 11/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 09.11.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 13.05.94 Bulletin 94/19.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : *Etablissement Public de l'Etat dit :
OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE
RECHERCHES AEROSPATIALES — FR et Société
Anonyme dite : AEROSPATIALE SOCIÉTÉ
NATIONALE INDUSTRIELLE — FR.*

(72) Inventeur(s) : Perraud Eric, Domergue Jean-Paul et
Roulon Stéphane.

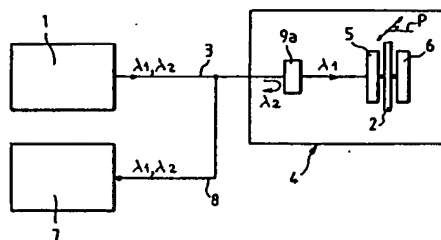
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Bonnetat.

(54) Dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel.

(57) - La présente invention concerne un dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel, comprenant une source (1) susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses, des moyens de codage (2) dont la position dépend de la valeur de ladite grandeur physique, un capteur (4) comprenant des moyens d'émission (5) desdites impulsions lumineuses vers lesdits moyens de codage (2) et des moyens de réception (6) des impulsions lumineuses codées, et des moyens (7) d'analyse des impulsions lumineuses codées, reliés audit capteur.

- Selon l'invention, ladite source (1) est susceptible d'engendrer simultanément des impulsions lumineuses à deux longueurs d'onde différentes (λ_1 , λ_2), et le capteur (4) est associé à des moyens (9a) de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde, les impulsions lumineuses à une première longueur d'onde (λ_1) traversant ledit capteur (4) et étant codées, tandis que les impulsions lumineuses à une deuxième longueur d'onde (λ_2) sont renvoyées vers les moyens d'analyse (7) pour constituer des impulsions de déclenchement du capteur.



FR 2 697 910 - A1



La présente invention concerne un dispositif de mesure d'une grandeur physique, à l'aide d'un capteur qui peut être notamment un capteur de position à fibres optiques.

5 Ce dispositif est plus particulièrement destiné à être mis en oeuvre dans le domaine aéronautique. En effet, les capteurs de position sur un avion sont installés dans un environnement sévère (vibrations, fluides, moisissures, perturbations électromagnétiques) et nécessitent une grande sensibilité, notamment autour d'une valeur particulière. 10 Toutefois, le champ d'application de ce dispositif peut s'étendre au contrôle de processus industriels dans lesquels sont impliqués des éléments mobiles (machines-outils, chaînes de montage notamment), travaillant dans des environnements sévères et/ou dangereux. Il va de soi, par ailleurs, 15 que la position n'est pas la seule grandeur physique qui peut être mesurée grâce au dispositif de l'invention, comme on le verra plus en détail par la suite.

Deux types de capteurs de position, utilisant en particulier des fibres optiques, ont été étudiés et développés : d'une 20 part, les capteurs à codage dans le spectre et, d'autre part, les capteurs à codage temporel.

La première solution est avantageuse pour des raisons de compacité et parce qu'elle utilise des composants fiables et peu coûteux du type diodes électroluminescentes. Toutefois, 25 il est difficile d'intégrer un dispositif de ce type dans un réseau pour les raisons suivantes. D'une part, il occupe toute la fenêtre spectrale de la fibre optique, excluant ainsi toute forme de multiplexage chromatique. D'autre part, la barrette CCD utilisée dans ce dispositif ayant un temps 30 d'intégration de l'ordre de 10 ms, le multiplexage temporel de tels capteurs supposerait que les capteurs soient écartés

les uns des autres d'une distance prohibitive. Dans le cas où l'utilisation d'un réseau de capteurs est envisagée, il convient donc d'avoir recours à la solution du codage temporel.

- 5 Ainsi, par exemple, le document FR-A-2 610 465 décrit un dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel, comprenant :
- une source susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses ;
 - 10 - des moyens de codage dont la position dépend de la valeur de ladite grandeur physique ;
 - des premiers moyens de transmission desdites impulsions lumineuses de ladite source à au moins un capteur ;
 - ledit capteur comprenant des moyens d'émission desdites
15 impulsions lumineuses vers lesdits moyens de codage, agencés à l'extrémité desdits premiers moyens de transmission en regard desdits moyens de codage, et des moyens de réception des impulsions lumineuses codées ; et --
 - des moyens d'analyse des impulsions lumineuses codées,
20 reliés audit capteur par des seconds moyens de transmission.

Dans ce cas, le capteur comporte un tronçon de fibre optique de longueur déterminée entre un connecteur intermédiaire, produisant par réflexion une impulsion de référence, et
25 l'élément sensible du capteur produisant une impulsion de mesure, qui est ainsi séparée de l'impulsion de référence d'un intervalle de temps élémentaire, les impulsions de référence et de mesure étant transmises par la même fibre optique à la même longueur d'onde. Les moyens d'analyse
30 détectent l'état de fonctionnement du capteur, conditionné par la présence ou l'absence de ladite impulsion de référence dans les signaux qu'ils reçoivent.

Toutefois, le fait de n'utiliser qu'une seule longueur d'onde pour les impulsions de référence et de mesure présente des risques de confusion de celles-ci au niveau des moyens d'analyse, par exemple dans le cas où le décalage
5 dans le temps de ces impulsions serait affecté pour une raison quelconque, de sorte que l'impulsion de référence ne puisse plus être détectée parmi l'ensemble des signaux reçus par les moyens d'analyse.

La présente invention a pour but d'éviter cet inconvénient,
10 et concerne un dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel, qui est simple, fiable et qui permet de déclencher de façon extrêmement précise l'acquisition des réponses du capteur en évitant tout risque d'erreur.

A cet effet, le dispositif de mesure d'une grandeur physique
15 par codage temporel, du type décrit ci-dessus, est remarquable, selon l'invention, en ce que ladite source est susceptible d'engendrer simultanément des impulsions lumineuses à au moins deux longueurs d'onde différentes, et en ce que le capteur est associé à des premiers moyens de séparation des
20 impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde, agencés en amont desdits moyens d'émission et de réception, les impulsions lumineuses à une première longueur d'onde traversant ledit capteur et étant codées avant d'être renvoyées vers les moyens d'analyse, tandis que les impul-
25 sions lumineuses à une deuxième longueur d'onde sont renvoyées vers les moyens d'analyse avant d'atteindre les moyens de codage en vue de constituer des impulsions de déclenchement du capteur.

Ainsi, les moyens d'analyse reçoivent, dans un premier
30 temps, une impulsion à la deuxième longueur d'onde, ce qui permet de déclencher de façon synchronisée l'acquisition de la séquence d'impulsions codées à la première longueur d'onde, provenant du capteur. L'impulsion à la deuxième

longueur d'onde sert donc de signal de synchronisation de message, en évitant tout risque de confusion entre les signaux de déclenchement et les signaux de mesure.

Avantageusement, lesdits premiers et seconds moyens de transmission sont constitués par des fibres optiques.

De préférence, lesdits moyens d'émission et de réception des impulsions lumineuses sont constitués par une pluralité de paires d'éléments individuels d'émission et de réception, les éléments de chaque paire étant agencés en regard l'un de l'autre et de part et d'autre, respectivement, desdits moyens de codage, et étant reliés auxdits premiers moyens de transmission par des lignes à retard via un coupleur.

Dans un premier cas, les éléments individuels de réception sont adaptés pour réfléchir les impulsions lumineuses codées et les renvoyer aux moyens d'analyse à travers les éléments d'émission correspondants.

Dans ce cas, lesdits premiers moyens de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde sont avantageusement constitués par un filtre laissant passer les impulsions lumineuses à la première longueur d'onde, mais réfléchissant les impulsions lumineuses à la deuxième longueur d'onde vers les moyens d'analyse.

Dans un second cas, les éléments individuels de réception sont adaptés pour transmettre les impulsions lumineuses codées aux moyens d'analyse via lesdits seconds moyens de transmission.

Dans ce dernier cas, lesdits premiers moyens de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde peuvent être constitués par des moyens de dérivation

des impulsions lumineuses à la deuxième longueur d'onde entre l'entrée et la sortie du capteur.

De préférence, les moyens de dérivation comprennent un démultiplexeur en longueur d'onde, disposé à l'entrée du capteur et dont une sortie délivre les impulsions à la première longueur d'onde traversant le capteur et dont l'autre sortie, délivrant les impulsions à la deuxième longueur d'onde, est reliée à une entrée d'un multiplexeur en longueur d'onde recevant, à son autre entrée, les impulsions codées à la première longueur d'onde.

Lorsque des capteurs de ce type sont connectés en réseau et scrutés par multiplexage temporel, il est nécessaire de résoudre des problèmes de gestion de ce réseau et plus particulièrement de gestion des acquisitions des réponses des capteurs.

Selon une conception classique, l'acquisition des réponses des capteurs suppose que la topologie du réseau soit parfaitement connue des moyens d'analyse, soit par construction, comme c'est notamment le cas des capteurs numériques commercialisés par la Société TELEDYNE RYAN, soit par apprentissage électronique, comme c'est le cas par exemple du réseau OPTONET de la Société PHOTONETICS. Les moyens d'analyse doivent en effet connaître très précisément les instants auxquels les réponses des capteurs parviennent sur leurs photodétecteurs.

Ainsi, toute intervention qui modifie par exemple la longueur des fibres optiques de transmission des informations perturbe l'acquisition des données provenant des capteurs.

C'est pourquoi, pour éviter ces inconvénients, un dispositif tel que défini précédemment, comportant un réseau d'une pluralité de capteurs, est remarquable, selon l'invention,

en ce que ladite source est susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses à une troisième longueur d'onde, et en ce que des seconds moyens de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde sont prévus, en amont desdits capteurs, pour renvoyer les impulsions lumineuses à la troisième longueur d'onde vers lesdits moyens d'analyse en vue de constituer des impulsions de déclenchement du réseau et laisser passer les impulsions lumineuses aux deux premières longueurs d'onde.

- 10 Dans un premier cas, où les capteurs du dispositif fonctionnent par réflexion, la pluralité de capteurs sont reliés en parallèle aux sorties d'un coupleur via des lignes à retard, et ledit coupleur est associé à un filtre de réflexion des impulsions à la troisième longueur d'onde, constituant
15 lesdits seconds moyens de séparation.

Dans un second cas, où les capteurs du dispositif fonctionnent par transmission, la pluralité de capteurs sont reliés en parallèle entre un coupleur de distribution d'entrée via des lignes de retard et un coupleur de brassage de sortie, lesdits coupleurs étant associés à des moyens de dérivation des impulsions lumineuses à la troisième longueur d'onde entre l'entrée du coupleur de distribution et la sortie du coupleur de brassage, constituant lesdits seconds moyens de séparation.

- 25 De préférence, dans ce dernier cas, lesdits moyens de dérivation comprennent un démultiplexeur en longueur d'onde, à l'entrée du coupleur de distribution, dont une sortie délivre les impulsions lumineuses aux deux premières longueurs d'onde audit coupleur de distribution, et dont une
30 autre sortie, délivrant les impulsions lumineuses à la troisième longueur d'onde, est reliée, en aval du coupleur de brassage, à une entrée d'un multiplexeur en longueur d'onde recevant à une autre entrée les impulsions lumineuses

codées et les impulsions lumineuses de déclenchement des capteurs, délivrées par le coupleur de brassage.

Par ailleurs, la source susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses peut comprendre des diodes laser multimodes.

Avantageusement, la source susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses et les moyens d'analyse sont associés, respectivement, à des moyens de multiplexage et à des moyens de démultiplexage des impulsions lumineuses aux différentes longueurs d'onde.

De plus, les moyens d'analyse sont susceptibles de localiser une défaillance du dispositif par contrôle de la présence ou de l'absence d'impulsions de déclenchement.

Par ailleurs, chaque capteur peut être un capteur de position ou de déplacement.

Dans les capteurs connus, les moyens de codage se présentent sous la forme d'une plaque présentant des zones successivement réfléchissantes ou non, permettant d'engendrer une séquence d'impulsions codées en fonction de la position de la plaque par rapport à des moyens d'émission et de réception d'impulsions lumineuses. Cependant, cette structure présente un certain nombre d'inconvénients au niveau de la protection contre les agressions dues à l'environnement car elle est notamment très sensible à la présence de poussières. Par ailleurs, si la plaque se déforme et n'est plus située dans un plan perpendiculaire aux moyens d'émission et de réception, par exemple à la suite d'un mauvais montage ou d'une usure mécanique des pièces, l'amplitude des impulsions réfléchies, et donc le taux d'erreur binaire sur chaque voie de détection, sont affectés.

Pour éviter ces inconvénients, selon l'invention, les moyens de codage, disposés entre lesdits moyens d'émission et lesdits moyens de réception, sont constitués par un masque comportant des zones opaques et des zones transparentes
5 auxdites impulsions lumineuses, lesdites zones étant agencées selon une configuration de codage déterminée.

Avantageusement, ledit masque comporte des pistes de codage de position et des pistes de codage de parité, comportant chacune des zones opaques et des zones transparentes.

10 Par ailleurs, la configuration de codage peut être une configuration de code binaire ou bien une configuration de code de GRAY. De même, la configuration de codage peut présenter une quantification uniforme ou bien une quantification logarithmique.

15 Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1a est un schéma synoptique très simplifié d'un premier exemple de réalisation du dispositif de mesure d'une
20 grandeur physique selon l'invention, fonctionnant par réflexion.

La figure 1b est un schéma synoptique très simplifié d'un deuxième exemple de réalisation du dispositif de mesure d'une grandeur physique selon l'invention, fonctionnant par
25 transmission.

La figure 2 montre, plus en détail, un exemple de dispositif selon l'invention, conforme à la figure 1a.

Les figures 3a et 3b sont des chronogrammes montrant, respectivement, les signaux de déclenchement et les signaux

de mesure obtenus par mise en oeuvre du dispositif de la figure 2.

La figure 4 montre un détail d'une variante de réalisation du dispositif selon la figure 2.

- 5 La figure 5 montre, de façon très schématique, l'adaptation du dispositif selon l'invention à un réseau de capteurs fonctionnant par réflexion.

Les figures 6a et 6b sont des chronogrammes montrant, respectivement, les signaux de déclenchement et les signaux
10 de mesure, obtenus par mise en oeuvre du dispositif de la figure 5.

La figure 7 est un schéma synoptique d'un autre exemple de réalisation du dispositif de l'invention, dans lequel une troisième longueur d'onde sert de signal de déclenchement du
15 réseau de capteurs fonctionnant, dans ce cas, par réflexion.

Les figures 8a, 8b et 8c sont des chronogrammes montrant, respectivement, le signal de déclenchement du réseau, les signaux de déclenchement des capteurs, et les signaux de mesure, obtenus par mise en oeuvre du dispositif de la
20 figure 7.

La figure 9 est un schéma synoptique, semblable à la figure 7, pour un réseau de capteurs fonctionnant par transmission.

Les figures 10a, 10b et 10c sont des chronogrammes montrant, respectivement, le signal de déclenchement du réseau, les
25 signaux de déclenchement des capteurs, et les signaux de mesure, obtenus par mise en oeuvre du dispositif de la figure 9.

La figure 11 montre un exemple d'agencement des pistes à zones transparentes et opaques d'un masque utilisé comme moyens de codage dans le dispositif selon l'invention.

5 Les figures 1a et 1b illustrent très schématiquement des premier et second exemples de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention, dont le capteur fonctionne, respectivement, par réflexion et par transmission.

Sur ces figures, le dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel comprend généralement une
10 source 1 susceptible d'engendrer simultanément des impulsions lumineuses à deux longueurs d'onde différentes λ_1, λ_2 , des moyens de codage 2 dont la position dépend de la valeur de ladite grandeur physique (le déplacement des moyens de codage peut s'effectuer dans un plan P perpendiculaire au
15 plan des figures 1a, 1b, ou encore les moyens de codage peuvent effectuer une rotation sur eux-mêmes dans ce plan P), des moyens de transmission 3 (constitués notamment par une fibre optique) des impulsions lumineuses de la source 1 à un capteur 4, lequel comprend des moyens d'émission 5 des
20 impulsions lumineuses vers les moyens de codage 2, agencés à l'extrémité des moyens de transmission 3 en regard desdits moyens de codage 2, et des moyens de réception 6 des impulsions lumineuses codées. On notera à ce propos que, bien qu'il soit possible d'utiliser, en tant que moyens de
25 codage, un masque sous forme de plaque présentant des zones successives réfléchissantes ou non, les moyens de codage employés dans le cadre de cette invention présentent des zones transparentes ou non aux impulsions lumineuses, réparties selon un certain code, de sorte que l'on obtient
30 l'agencement montré sur les figures 1a et 1b, et les figures suivantes, dans lequel les moyens d'émission 5 et les moyens de réception 6 sont disposés de part et d'autre des moyens de codage 2. Par ailleurs, le dispositif comprend des moyens 7 d'analyse des impulsions lumineuses codées, reliés au

capteur 4 par une liaison 8 notamment par fibre optique, et des moyens de séparation 9a, 9b des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde $\lambda 1$ ou $\lambda 2$, agencés en amont, dans le sens de propagation des impulsions lumineuses, des
5 moyens d'émission 5 et de réception 6, les impulsions lumineuses à une première longueur d'onde $\lambda 1$ traversant le capteur 4 et étant codées avant d'être renvoyées aux moyens d'analyse 7, tandis que les impulsions lumineuses à une deuxième longueur d'onde $\lambda 2$ sont renvoyées vers les moyens
10 d'analyse 7 sans traverser le codeur 2 en vue de constituer des impulsions de déclenchement du capteur.

Les moyens de séparation peuvent être constitués par un filtre 9a (figure 1a) ou par une dérivation 9b (figure 1b), comme on le verra plus en détail par la suite.

15 La figure 2 montre, plus en détail, un exemple de dispositif selon l'invention, conforme à la figure 1a.

Sur cette figure, deux diodes laser 10 et 11 émettant des impulsions lumineuses à deux longueurs d'onde différentes $\lambda 1$ et $\lambda 2$ (par exemple 0,85 micromètre et 1,3 micromètre) sont
20 reliées à une alimentation électrique (non représentée) par la liaison 12, et constituent la source 1 précédemment citée. Ces diodes sont pilotées par un signal impulsif, tandis que les impulsions lumineuses émises sont appliquées à des bornes de coupleurs directifs 13 et 14 respectivement,
25 eux-mêmes reliés à un multiplexeur/démultiplexeur en longueur d'onde 15. Une autre borne de chacun des coupleurs directifs 13 et 14 est reliée à des récepteurs 17 et 18 respectivement, dont les sorties sont reliées aux moyens d'analyse proprement dits (non représentés sur cette fi-
30 gure).

Par ailleurs, le multiplexeur/démultiplexeur 15 est relié, par une fibre optique 3, au filtre interférentiel 9a de

réflexion des impulsions à la deuxième longueur d'onde λ_2 dans la fibre 3. Les impulsions à la première longueur d'onde λ_1 sont quant à elles dirigées vers le capteur 4, comprenant, dans ce cas, un coupleur en étoile 19 associé, 5 par des lignes à retard 20 (fibres optiques de différentes longueurs), à une pluralité d'éléments individuels d'émission 21 disposés en regard du codeur 2 et vis-à-vis d'éléments individuels de réception 22.

On rappelle que le dispositif illustré sur cette figure 10 comporte un capteur 4 fonctionnant par réflexion, c'est-à-dire qu'il reçoit des impulsions de la source et renvoie une séquence d'impulsions codées correspondantes par la même fibre optique 3. Pour ce faire, les éléments individuels de réception 22 doivent être des éléments réfléchissant à 15 ladite première longueur d'onde (par exemple $\lambda_1 = 0,85$ micromètre), et peuvent être constitués, chacun, d'une lentille à gradient d'indice présentant une surface réfléchissante 22.1. De même, les éléments individuels d'émission 21 peuvent être constitués, chacun, d'une lentille à gra- 20 dient d'indice.

Ainsi, comme déjà indiqué, les moyens d'analyse reliés aux récepteurs 17 et 18 reçoivent, dans un premier temps, une impulsion de déclenchement du capteur à la deuxième longueur d'onde λ_2 , ce qui permet de déclencher de façon très précise 25 l'acquisition de la séquence d'impulsions codées à la première longueur d'onde λ_1 , provenant du capteur. L'impulsion à la deuxième longueur d'onde λ_2 sert donc de signal de synchronisation de message. Cela est illustré sur les figures 3a et 3b qui sont des chronogrammes montrant, 30 respectivement, les signaux de déclenchement 23 et les signaux de mesure 24 obtenus par mise en oeuvre du dispositif de la figure 2. On notera que, sur ces chronogrammes ainsi que sur les suivants, on a volontairement omis les signaux parasites (dus aux réflexions sur des connecteurs

optiques) pour des raisons de clarté de ces figures. En tout état de cause, de tels signaux parasites ne peuvent absolument pas être confondus avec soit les signaux de déclenchement, soit les signaux de mesure.

- 5 La différence minimale de longueur des lignes à retard dépend de la durée de l'impulsion émise. Pour diminuer la longueur des lignes et par voie de conséquence l'encombrement du capteur, il convient d'engendrer des impulsions de faible durée compatibles avec la bande passante de la fibre.
- 10 Pour des impulsions ayant une largeur de 10 ns, la progression de chaque ligne sera d'au moins un mètre pour un capteur fonctionnant en réflexion. Pour minimiser l'encombrement du capteur, celles-ci peuvent être enroulées autour d'un cylindre dont le diamètre est suffisamment grand
- 15 pour ne pas engendrer des variations d'amplitude des impulsions dans chaque ligne.

Par ailleurs, le nombre des lignes dépend de la précision souhaitée. Toutefois, la résolution d'un tel capteur, en tant que capteur de position linéaire, est limitée par la

- 20 taille du spot à la sortie de la lentille à gradient d'indice, soit moins de 0,5 mm. On peut cependant diminuer cette variation minimale détectable en ne plaçant pas l'extrémité de la fibre dans le plan focal de la lentille, c'est-à-dire contre sa face d'entrée, mais de façon légèrement décalée de
- 25 cette dernière. Ainsi, si on utilise des fibres de 50 micromètres de diamètre de coeur, la résolution peut être de l'ordre de 100 micromètres (50 micromètres si les lentilles étaient parfaites).

De plus, les diodes laser seront de préférence des diodes

- 30 multimodes afin d'éviter le bruit modal, tandis que, pour éviter tout risque de saturation du détecteur, on peut utiliser un capteur fonctionnant par transmission, ou un capteur "bifibre". Dans le cas où le dispositif selon

l'invention comporte un capteur fonctionnant par transmission (figure 1b), les moyens de séparation 9b des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde constituent une dérivation qui peut comporter un démultiplexeur en longueur d'onde 9b.1, disposé à l'entrée du capteur 4 et dont une sortie délivre des impulsions à la première longueur d'onde λ_1 traversant le capteur et dont l'autre sortie, délivrant les impulsions à la deuxième longueur d'onde λ_2 , est reliée (par une fibre optique) à une entrée d'un multiplexeur en longueur d'onde 9b.2 recevant, à son autre entrée, les impulsions codées à la première longueur d'onde λ_1 . Dans ce cas, le multiplexeur 9b.2 est relié aux moyens d'analyse 7 par la liaison 8 (fibre optique). Le capteur fonctionnant en transmission permet de gagner environ 7 dB, du fait de l'absence du coupleur émission-réception, mais la longueur de chaque voie sera deux fois plus grande que pour un capteur fonctionnant par réflexion.

La figure 4 montre un détail d'une variante de réalisation du dispositif selon la figure 2, sur lequel on a représenté uniquement la partie du dispositif comprenant le capteur du type "bifibre". Dans ce cas, on utilise une première fibre d'entrée 3a reliée à une borne d'un coupleur directif 25 dont une autre borne est reliée à une seconde fibre de sortie 3b.

La figure 5 montre, de façon très schématique, l'adaptation du dispositif selon l'invention à un réseau de n capteurs. Dans ce cas, la fibre optique 3 est reliée à une borne d'un coupleur directif 26, dont les autres bornes sont reliées, par des lignes à retard 27.1 à 27.n, aux capteurs respectifs 4.1 à 4.n.

L'acquisition des données 29.1, 29.2, ... (figure 6b) est déclenchée dès qu'un pic de synchronisation 28 (figure 6a) est détecté. Il n'est pas nécessaire de connaître l'adresse

temporelle de chaque capteur dans le réseau, comme c'est le cas jusqu'à présent en matière de réseaux multiplexés temporellement. Il suffit d'espacer spatialement les capteurs, de sorte que leurs réponses ne se chevauchent pas, en
5 insérant éventuellement des lignes à retard. La durée de la réponse d'un capteur 12 bits est de 120 ns si la largeur d'impulsion est de 10 ns, ce qui équivaut à une différence de chemin optique, parcouru par l'onde lumineuse entre deux capteurs successifs, de douze mètres pour un réseau fonctionnant par réflexion.
10

Toutefois, si, pour une raison quelconque, l'unité d'émission et l'unité de réception (acquisition) sont éloignées l'une de l'autre, cette dernière ne pourra pas déterminer l'origine des messages reçus, à moins de recopier les
15 impulsions électriques de commande des diodes laser au niveau de l'unité d'acquisition, ce qui suppose de tirer un câble électrique. En effet, celle-ci ne peut pas détecter, dans le flot des messages qui lui arrivent, celui qui correspond au premier capteur. On propose donc d'utiliser
20 une troisième longueur d'onde, différente des deux premières, pour fournir un signal de déclenchement du réseau, comme cela est illustré par les figures 8, 8a-8c, 9, et 10a-10c et expliqué en détail ci-après.

L'architecture du dispositif montré sur la figure 7, fonctionnant par réflexion, est globalement semblable à celle du
25 dispositif de la figure 5. Ainsi, on voit sur cette figure les diodes laser 10 et 11, engendrant des impulsions lumineuses à des première λ_1 et deuxième λ_2 longueurs d'onde, les coupleurs directifs 13 et 14, le multiplexeur/démultiplexeur 15, les récepteurs 17 et 18, la fibre optique 3, et
30 les différents capteurs 4.1 à 4.n formant le réseau. Comme précédemment, ceux-ci sont reliés aux sorties d'un coupleur 26 à lignes de retard 27.1 à 27.n.

Cependant, comme indiqué, pour fournir un signal de déclenchement du réseau et ainsi faciliter le fonctionnement du réseau de capteurs, la source 1 comporte des moyens d'émission d'impulsions lumineuses à une troisième longueur d'onde λ_3 . Ces moyens peuvent être également constitués par une diode laser multimode 30 pilotée en même temps que les diodes laser 10 et 11 pour émettre dans la fibre optique 3 des impulsions lumineuses à une troisième longueur d'onde λ_3 à travers un coupleur directif 31 et le multiplexeur/démultiplexeur 15.

Par ailleurs, le coupleur 26 est associé à des moyens 32 de séparation des impulsions lumineuses à la troisième longueur d'onde λ_3 par rapport aux impulsions lumineuses aux deux premières longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , de façon à diriger ces dernières vers chaque capteur du réseau et à renvoyer les impulsions à la troisième longueur d'onde vers les moyens d'analyse 7 pour commander le déclenchement du réseau. Ces moyens de séparation comprennent un filtre 32 de réflexion des impulsions lumineuses à la troisième longueur d'onde λ_3 dans la fibre 3 en direction du récepteur 33, à travers le multiplexeur/démultiplexeur 15 et le coupleur directif 31.

De plus, il est clair que les moyens d'analyse peuvent comporter des moyens de contrôle de la présence ou de l'absence des impulsions de déclenchement du réseau et/ou des capteurs, permettant ainsi de localiser une défaillance du dispositif. En effet, l'utilisation de longueurs d'onde différentes permet de localiser la défaillance de façon très simple et fiable, dans la mesure où cette localisation n'est plus affectée par des réflexions partielles des impulsions, par exemple sur des connecteurs optiques. Une telle possibilité de localisation d'une défaillance selon l'invention peut être illustrée de la façon suivante. Si aucune impulsion de déclenchement n'est détectée, l'élément défaillant est la ligne commune ; s'il manque une impulsion de

déclenchement, il faut incriminer la branche allant du coupleur de distribution au capteur associé ; si la réponse d'un capteur est systématiquement rejetée bien que l'impulsion de déclenchement associée soit détectée, c'est le
5 capteur proprement dit qui est défaillant.

Les chronogrammes des figures 8a, 8b et 8c montrent, respectivement, le signal de déclenchement du réseau 34, les signaux de déclenchement des capteurs 35.1, 35.2, ..., et les signaux de mesure correspondants 36.1, 36.2.

10 La figure 9 montre un dispositif selon l'invention fonctionnant par transmission et comportant un réseau de capteurs. Dans ce cas, la source 1 comporte trois diodes laser 40,41,42, alimentées en courant électrique par la liaison 43, et émettant des impulsions lumineuses à trois longueurs
15 d'onde différentes λ_1 , λ_2 et λ_3 . Les diodes laser 40,41,42 sont reliées au multiplexeur 44 pour permettre une transmission des impulsions lumineuses par la fibre optique
3 en direction des capteurs 4.1 à 4.n. La sortie des capteurs 4.1 à 4.n est reliée aux moyens d'analyse 7 par la
20 fibre optique 8, ces moyens d'analyse comportant des récepteurs 45, 46 et 47 reliés à la fibre 8 à travers le démultiplexeur 48.

Chaque capteur 4.1 à 4.n peut être tel que décrit en regard de la figure 1b (comportant notamment des éléments individuels d'émission 70 à lignes à retard 71 et des éléments
25 individuels de réception 72), et le réseau de capteurs est agencé entre, d'une part, un coupleur de distribution d'entrée 49 à lignes à retard 50.1 à 50.n et, d'autre part, un coupleur de brassage de sortie 51 relié, par une fibre
30 optique 52, à la fibre optique 8.

Par ailleurs, il est prévu des moyens de séparation des impulsions à la troisième longueur d'onde (impulsions de déclenchement du réseau) par rapport aux impulsions aux deux

premières longueurs d'onde (impulsions de déclenchement des capteurs, impulsions de mesure), constitués de moyens de dérivation des impulsions entre l'entrée du coupleur de distribution 49 et la sortie du coupleur de brassage 51, 5 comprenant, par exemple, un démultiplexeur 53 à l'entrée du coupleur de distribution 49, dont une sortie délivre les impulsions aux deux premières longueurs d'onde à ce coupleur, et dont une autre sortie, délivrant les impulsions à la troisième longueur d'onde λ_3 , est reliée par une fibre 10 optique 54 à une entrée d'un multiplexeur 55 recevant à une autre entrée les impulsions codées (λ_1, λ_2) sortant du coupleur de brassage 51.

Les chronogrammes des figures 10a, 10b et 10c montrent, respectivement, le signal de déclenchement du réseau 56, les 15 signaux de déclenchement des capteurs 57.1, 57.2, ..., et les signaux de mesure correspondants 58.1, 58.2.

On comprend donc qu'en disposant d'impulsions de déclenchement des capteurs et éventuellement du réseau, il est possible de déclencher avec précision les différentes 20 acquisitions et qu'il n'est plus nécessaire de connaître l'adresse temporelle exacte de chaque capteur dans le réseau, comme cela est le cas dans les dispositifs proposés dans l'état de la technique en matière de réseaux multiplexés temporellement.

25 Il est alors suffisant d'espacer spatialement les différents capteurs pour que leurs réponses ne se chevauchent pas, en insérant éventuellement des lignes à retard en fonction de la durée de la réponse de chaque capteur.

30 L'utilisation d'impulsions à la troisième longueur d'onde permet de réaliser une synchronisation au niveau du réseau, permettant de résoudre les problèmes de distance entre la source et les moyens d'analyse.

Comme déjà indiqué, plutôt que d'utiliser une plaque de codage réfléchissante avec les inconvénients qui lui sont liés, il est préférable d'utiliser un masque fonctionnant par transmission, constitué, par exemple, d'une plaque
5 métallique percée de trous selon un agencement obéissant à un code déterminé, c'est-à-dire un masque comportant des zones opaques et des zones transparentes auxdites impulsions lumineuses, lesdites zones étant agencées selon une configuration de codage déterminée. Ainsi, si le masque se déforme
10 et n'est plus perpendiculaire aux faisceaux lumineux, l'amplitude des impulsions et donc le taux d'erreur binaire sur chaque voie ne seront pas dégradés pour autant.

Il va de soi que la configuration de codage déterminée peut être une configuration de code binaire uniforme, permettant
15 de représenter chaque position du masque.

Cependant, chaque position peut également être représentée par une configuration de code de GRAY qui présente un certain nombre d'avantages par rapport au code binaire. En effet, cette représentation présente l'avantage sur le code
20 binaire de ne permuer qu'un seul bit à chaque incrémentation. Ainsi, par exemple, le passage de la position 7 à la position 8 inverse la valeur de quatre bits en représentation binaire classique. En représentation de code de GRAY, le codage de position passe de 0100 à 1100.

25 Comme le déplacement d'une pièce mécanique est en général relativement lent par rapport à la fréquence d'interrogation du capteur, il peut se créer des situations ambiguës lors de ces transitions, pour lesquelles le niveau de puissance sur une voie binaire ne correspond ni à un niveau haut, ni à un
30 niveau bas.

Ainsi, le passage de 7 à 8 va, en représentation binaire classique, se répercuter sur quatre voies binaires si bien

que le cas où les moyens d'analyse associés se trompent sur deux voies ou plus et estiment par exemple que la position vaut 0000 ou 0001 est tout à fait probable. Un tel problème n'existe pas avec une configuration de code de GRAY car
5 l'ambiguïté n'apparaît que sur une voie.

Par ailleurs, il s'avère que de nombreuses applications nécessitent une plus grande précision dans une certaine plage de mesure. Il est alors possible d'utiliser une configuration à quantification non uniforme, logarithmique
10 par exemple, au lieu d'une quantification uniforme, ce qui permet d'obtenir une plus grande précision sur la plage de mesure désirée avec le même nombre de bits, c'est-à-dire de niveaux de quantification de position.

Comme on peut le voir sur la figure 11, le masque peut
15 comporter plusieurs pistes A de codage de position, en fonction de la précision souhaitée, présentant chacune des zones successivement opaques et transparentes aux impulsions, telles que les zones désignées par les références 60 et 61, respectivement, sur cette figure.

20 Il est également possible d'associer à ces pistes de codage de position A, des pistes B de codage de parité associées à des éléments de détection correspondants.

Ces pistes de parité permettent d'engendrer un certain nombre de bits de parité permettant de contrôler la validité
25 du résultat et de corriger une erreur, soit aléatoire (provenant par exemple d'une mauvaise décision des moyens d'analyse associés au capteur), soit permanente (après apparition par exemple d'une poussière sur l'une des pistes de codage de position).

30 Si le masque comporte par exemple huit pistes A de codage de position délivrant, par l'intermédiaire des éléments de

détection correspondants, huit bits de données de position, il est nécessaire d'ajouter au moins quatre pistes B de codage de parité permettant de délivrer quatre bits de parité, afin de pouvoir corriger une erreur et en détecter
 5 deux. Pour augmenter la capacité de correction, il faut augmenter le nombre de bits et donc de pistes de codage de parité.

Le calcul de ces bits peut être fait de la façon suivante.

$$\begin{array}{rcl}
 10 & (p_1 - p_4) = (d_1 - d_8) & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 15 & &
 \end{array}$$

où $(p_1 - p_4)$: bits de parités
 $(d_1 - d_8)$: bits de données

Bien entendu, d'autres matrices peuvent être utilisées.

20 Dans un tel cas, chaque position du capteur correspond donc à un mot de douze bits dont huit de données de position et quatre de parité. On peut alors vérifier que la distance de HAMMING liée à cette classe de code est trois (condition
 25 nécessaire et suffisante pour corriger une erreur et en détecter deux). Il est donc possible de surveiller l'évolution du capteur et, si deux erreurs ou plus apparaissent de façon permanente, on peut supposer qu'au moins deux des voies sont perdues, et il faut alors envisager de remplacer le capteur correspondant.

On conçoit que le capteur peut être utilisé pour des applications industrielles nécessitant des mesures de déplacements en présentant une bonne résolution autour des faibles valeurs de position et une bonne résistance aux vibrations et à toute pollution due à l'environnement extérieur. Ces caractéristiques permettent de limiter les effets dus à la dégradation du capteur consécutive par exemple à l'introduction d'une poussière et à la perte d'une piste de codage.

Il est bien entendu que, outre la position et le déplacement, toute grandeur physique dont l'évolution de la valeur peut se traduire directement ou indirectement par un déplacement ou une rotation du ou des capteurs, peut être mesurée grâce au dispositif de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure d'une grandeur physique par codage temporel, comprenant :

- une source susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses ;
- 5 - des moyens de codage dont la position dépend de la valeur de ladite grandeur physique ;
- des premiers moyens de transmission desdites impulsions lumineuses de ladite source à au moins un capteur ;
- ledit capteur comprenant des moyens d'émission desdites
- 10 impulsions lumineuses vers lesdits moyens de codage, agencés à l'extrémité desdits premiers moyens de transmission en regard desdits moyens de codage, et des moyens de réception des impulsions lumineuses codées ; et
- des moyens d'analyse des impulsions lumineuses codées,
- 15 reliés audit capteur par des seconds moyens de transmission,

caractérisé en ce que ladite source (1) est susceptible d'engendrer simultanément des impulsions lumineuses à au moins deux longueurs d'onde différentes (λ_1, λ_2), et en ce

20 que le capteur (4) est associé à des premiers moyens (9a ; 9b) de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde, agencés en amont desdits moyens d'émission (5) et de réception (6), les impulsions lumineuses à une première longueur d'onde (λ_1) traversant ledit

25 capteur (4) et étant codées avant d'être renvoyées vers les moyens d'analyse (7), tandis que les impulsions lumineuses à une deuxième longueur d'onde (λ_2) sont renvoyées vers les moyens d'analyse (7) avant d'atteindre les moyens de codage (2) en vue de constituer des impulsions de déclenchement du

30 capteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits premiers (3) et seconds (8) moyens de transmission sont constitués par des fibres optiques.
- 5 3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens d'émission (5) et de réception (6) des impulsions lumineuses sont constitués par une pluralité de paires d'éléments individuels d'émission
10 (21) et de réception (22), les éléments de chaque paire étant agencés en regard l'un de l'autre et de part et d'autre, respectivement, desdits moyens de codage (2), et étant reliés auxdits premiers moyens de transmission (3) par des lignes à retard via un coupleur.
- 15 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les éléments individuels de réception (22) sont adaptés pour réfléchir les impulsions lumineuses codées et les renvoyer aux moyens d'analyse (7) à travers les éléments d'émission (21) correspondants.
- 20 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de séparation des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur d'onde sont constitués par un filtre (9a) laissant passer les impulsions lumineuses à la première longueur d'onde
25 (λ_1), mais réfléchissant les impulsions lumineuses à la deuxième longueur d'onde (λ_2) vers les moyens d'analyse (7).
6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les éléments individuels de réception sont adaptés pour transmettre les impulsions lumineuses
30 codées aux moyens d'analyse (7) via lesdits seconds moyens de transmission (8).

7. Dispositif selon la revendication 6,
caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de séparation
des impulsions lumineuses en fonction de leur longueur
d'onde sont constitués par des moyens de dérivation (9b) des
5 impulsions lumineuses à la deuxième longueur d'onde (λ_2)
entre l'entrée et la sortie du capteur (4).

8. Dispositif selon la revendication 7,
caractérisé en ce que les moyens de dérivation (9b) compren-
nent un démultiplexeur (9b.1) en longueur d'onde, disposé à
10 l'entrée du capteur (4) et dont une sortie délivre les
impulsions à la première longueur d'onde (λ_1) traversant le
capteur (4) et dont l'autre sortie, délivrant les impulsions
à la deuxième longueur d'onde (λ_2), est reliée à une entrée
d'un multiplexeur (9b.2) en longueur d'onde recevant, à son
15 autre entrée, les impulsions codées à la première longueur
d'onde (λ_1).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à
8, comportant un réseau d'une pluralité de capteurs,
caractérisé en ce que ladite source (1) est susceptible
20 d'engendrer des impulsions lumineuses à une troisième
longueur d'onde (λ_3), et en ce que des seconds moyens (32 ;
53,55) de séparation des impulsions lumineuses en fonction
de leur longueur d'onde sont prévus, en amont desdits
capteurs (4.1 à 4.n), pour renvoyer les impulsions lumineu-
25 ses à la troisième longueur d'onde (λ_3) vers lesdits moyens
d'analyse (7) en vue de constituer des impulsions de déclen-
chement du réseau et laisser passer les impulsions lumineu-
ses aux deux premières longueurs d'onde (λ_1, λ_2).

10. Dispositif selon la revendication 9,
30 caractérisé en ce que la pluralité de capteurs (4.1 à 4.n)
sont reliés en parallèle aux sorties d'un coupleur (26) via
des lignes à retard, et en ce que ledit coupleur (26) est
associé à un filtre (32) de réflexion des impulsions à la

troisième longueur d'onde (λ_3), constituant lesdits seconds moyens de séparation.

11. Dispositif selon la revendication 9,
caractérisé en ce que la pluralité de capteurs (4.1 à 4.n)
5 sont reliés en parallèle entre un coupleur (49) de distribu-
tion d'entrée via des lignes de retard et un coupleur (51)
de brassage de sortie, lesdits coupleurs étant associés à
des moyens de dérivation (53,55) des impulsions lumineuses à
la troisième longueur d'onde (λ_3) entre l'entrée du coupleur
10 de distribution (49) et la sortie du coupleur de brassage
(51), constituant lesdits seconds moyens de séparation.

12. Dispositif selon la revendication 11,
caractérisé en ce que lesdits moyens de dérivation compren-
nent un démultiplexeur en longueur d'onde (53), à l'entrée
15 du coupleur de distribution (49), dont une sortie délivre
les impulsions lumineuses aux deux premières longueurs
d'onde (λ_1, λ_2) audit coupleur de distribution (49), et dont
une autre sortie, délivrant les impulsions lumineuses à la
troisième longueur d'onde (λ_3), est reliée, en aval du
20 coupleur de brassage (51), à une entrée d'un multiplexeur en
longueur d'onde (55) recevant à une autre entrée les impul-
sions lumineuses codées et les impulsions lumineuses de
déclenchement des capteurs, délivrées par le coupleur de
brassage (51).

25 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications
précédentes,
caractérisé en ce que la source (1) susceptible d'engendrer
des impulsions lumineuses comprend des diodes laser multimo-
des.

30 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications
précédentes,

caractérisé en ce que la source (1) susceptible d'engendrer des impulsions lumineuses et les moyens d'analyse (7) sont associés, respectivement, à des moyens de multiplexage et à des moyens de démultiplexage des impulsions lumineuses aux
5 différentes longueurs d'onde.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'analyse (7) sont susceptibles de localiser une défaillance du dispositif par
10 contrôle de la présence ou de l'absence d'impulsions de déclenchement.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque capteur (4) est un capteur de
15 position ou de déplacement.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de codage (2), disposés entre lesdits moyens d'émission (5) et lesdits moyens de
20 réception (6), sont constitués par un masque comportant des zones opaques (61) et des zones transparentes (60) auxdites impulsions lumineuses, lesdites zones étant agencées selon une configuration de codage déterminée.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit masque (2) comporte des pistes
25 de codage de position (A) et des pistes de codage de parité (B), comportant chacune des zones opaques et des zones transparentes.

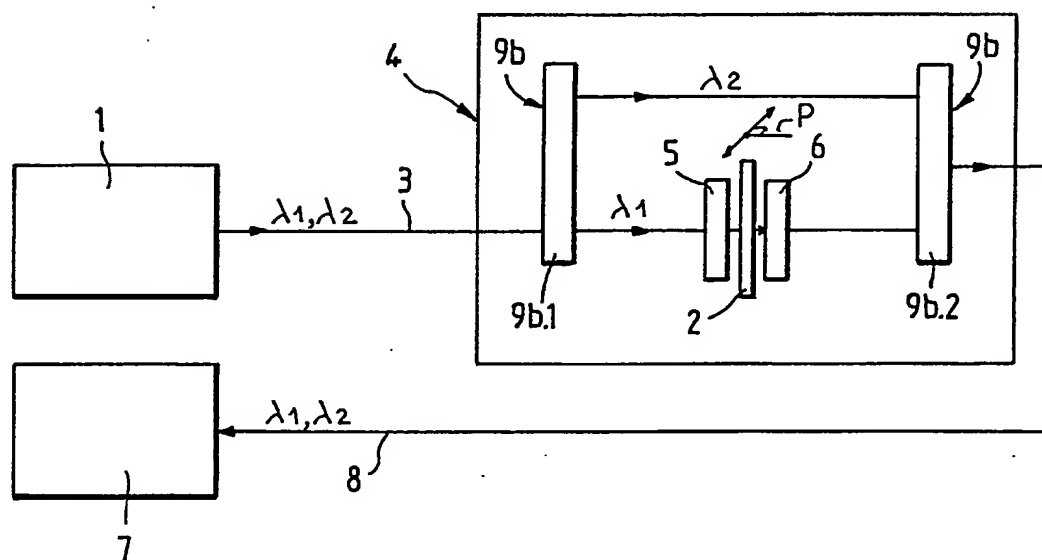
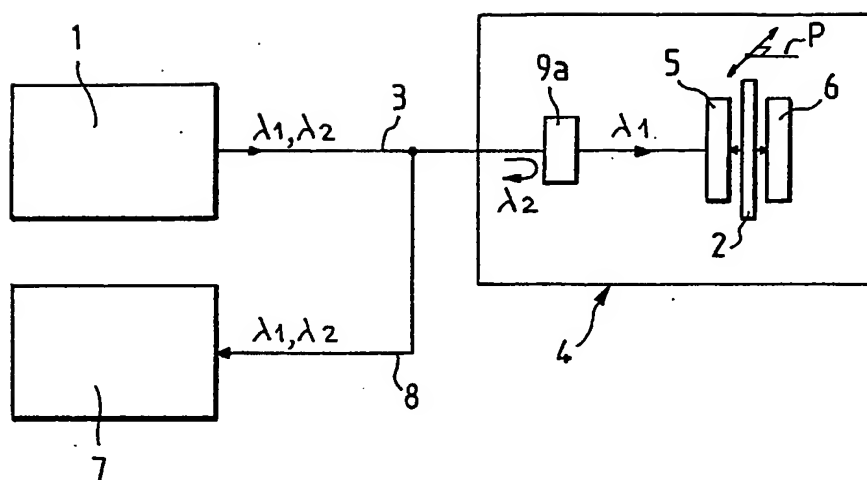
19. Dispositif selon la revendication 17 ou la revendication
30 18,

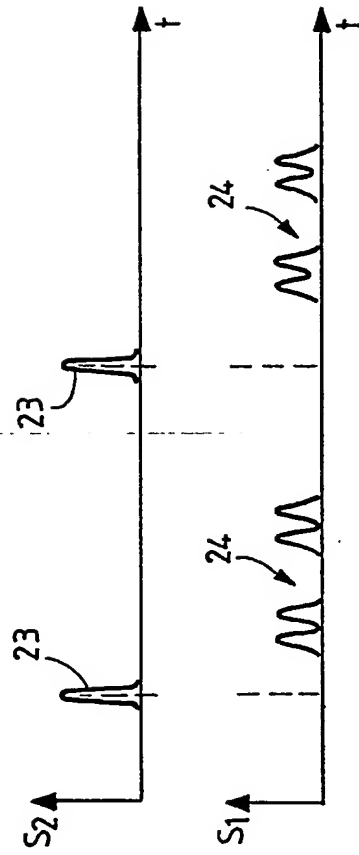
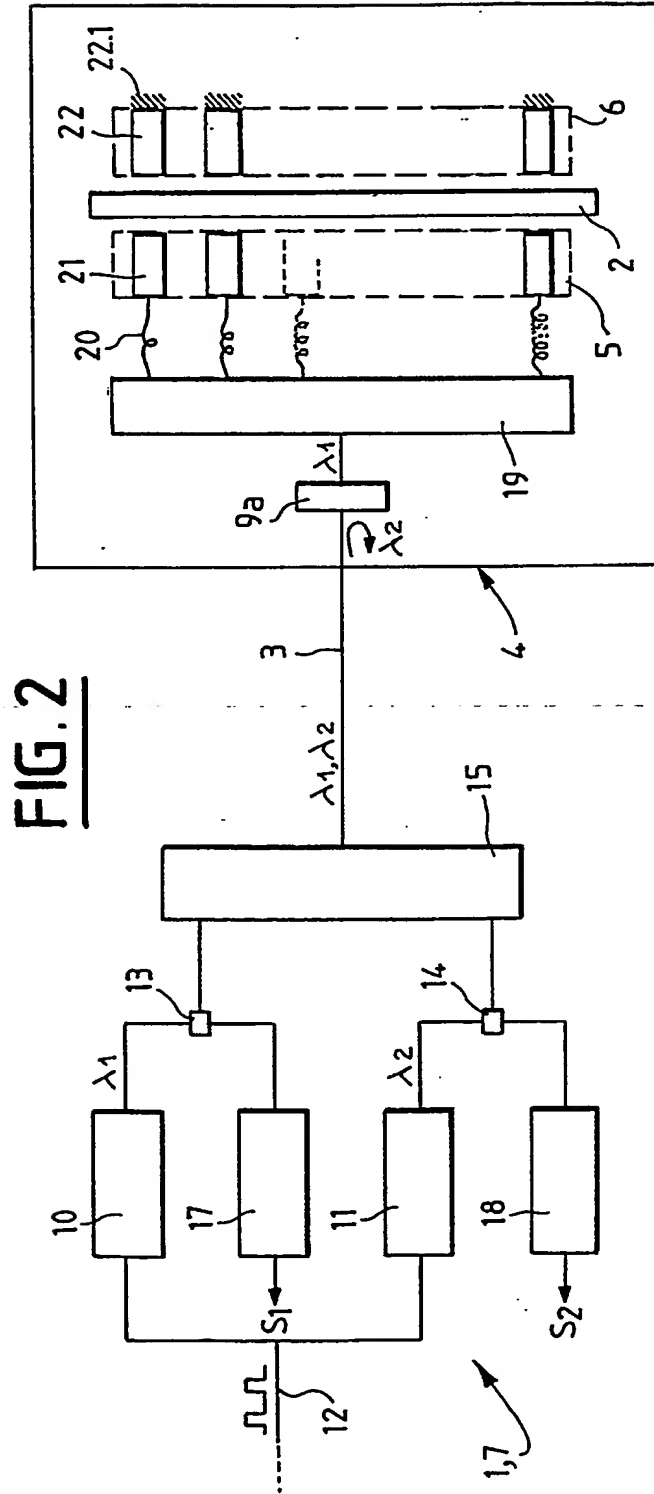
caractérisé en ce que la configuration de codage est une configuration de code binaire.

20. Dispositif selon la revendication 17 ou la revendication 18,
5 caractérisé en ce que la configuration de codage est une configuration de code de GRAY.

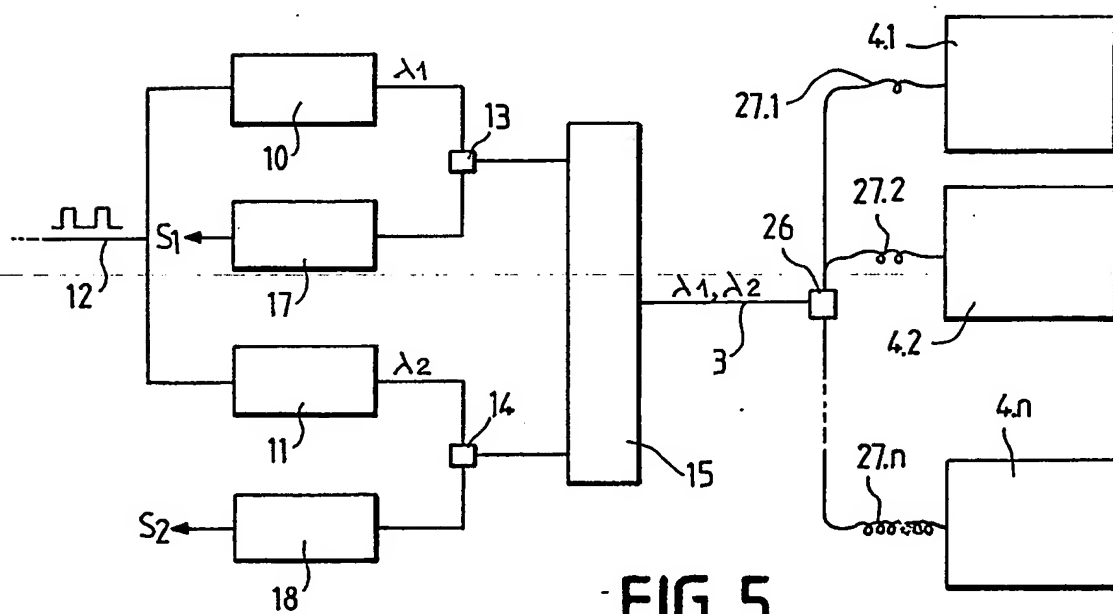
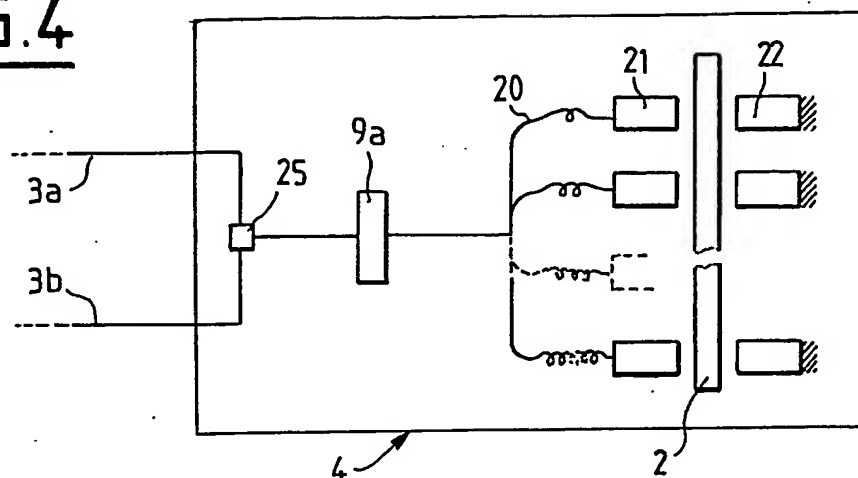
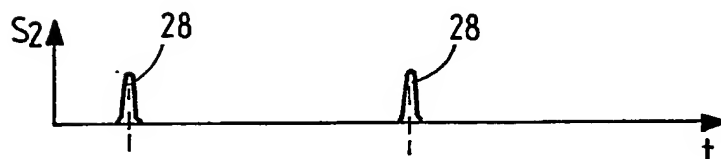
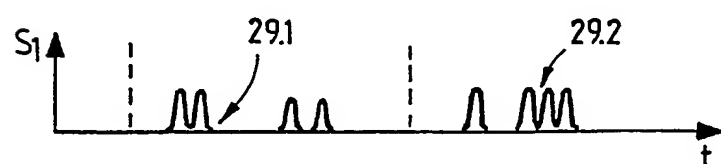
21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 20,
caractérisé en ce que la configuration de codage présente
10 une quantification uniforme.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 20,
caractérisé en ce que la configuration de codage présente une quantification logarithmique.

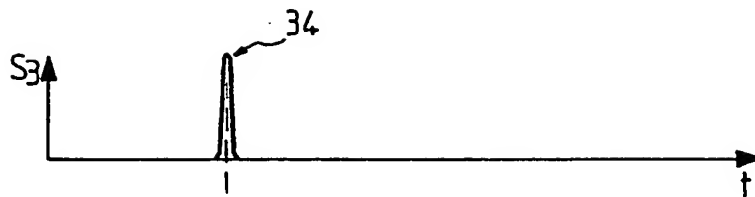
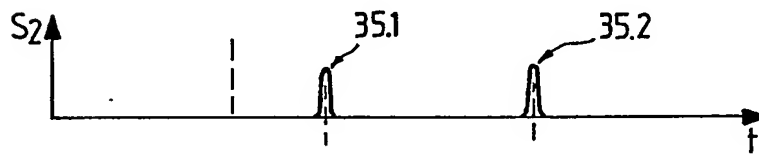
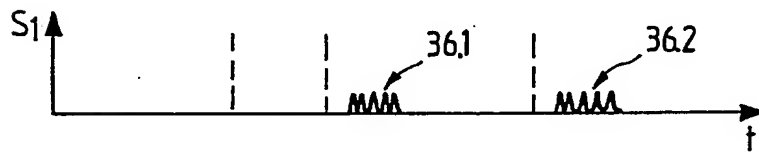
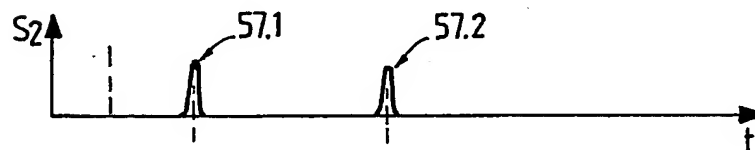
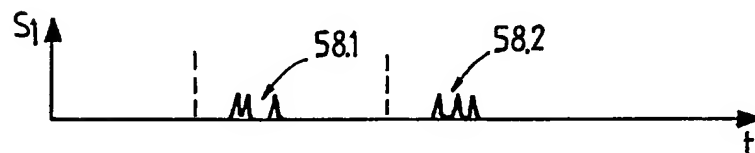




3/7

FIG. 4**FIG. 5****FIG. 6a****FIG. 6b**



FIG. 8aFIG. 8bFIG. 8cFIG. 10aFIG. 10bFIG. 10c

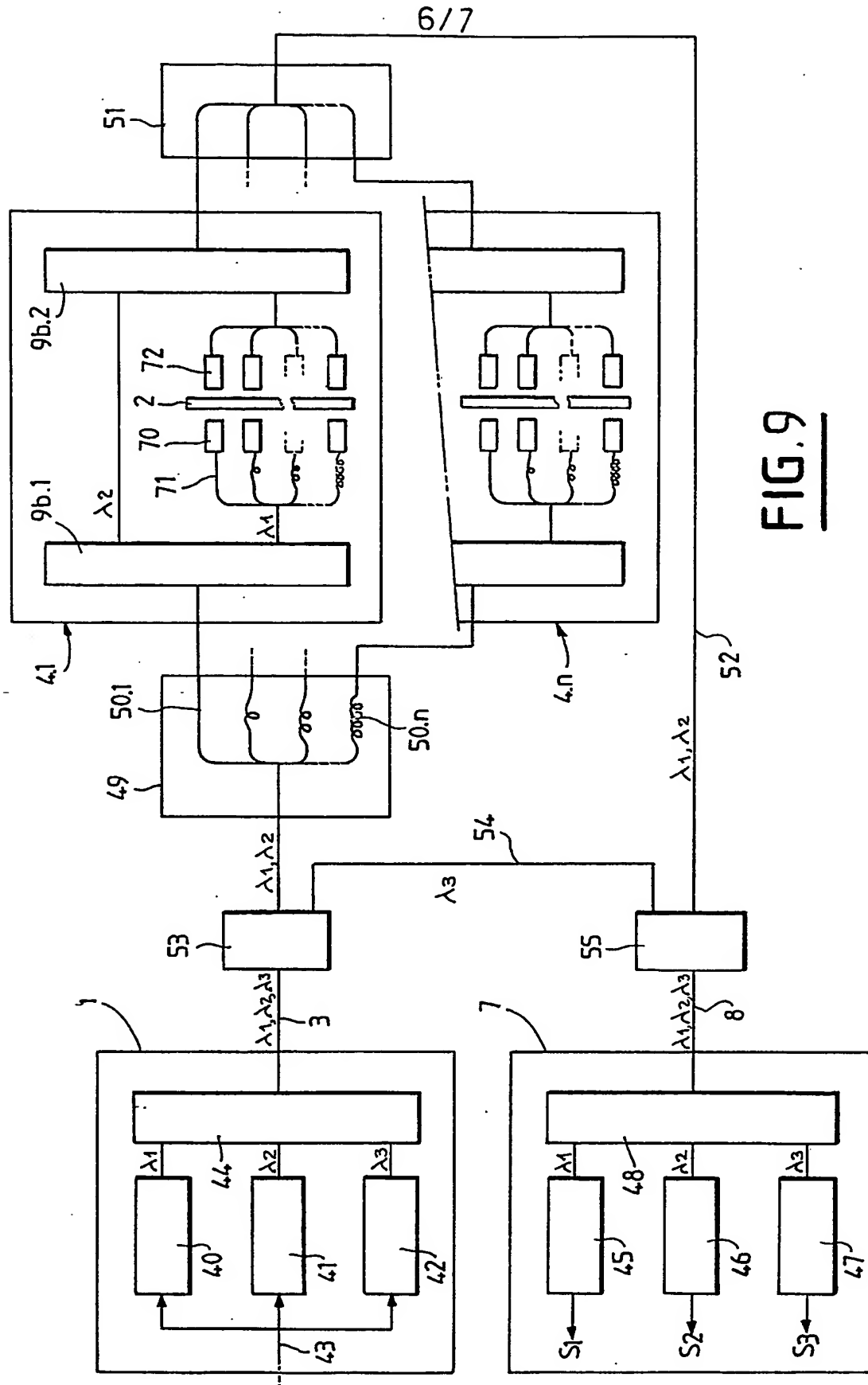
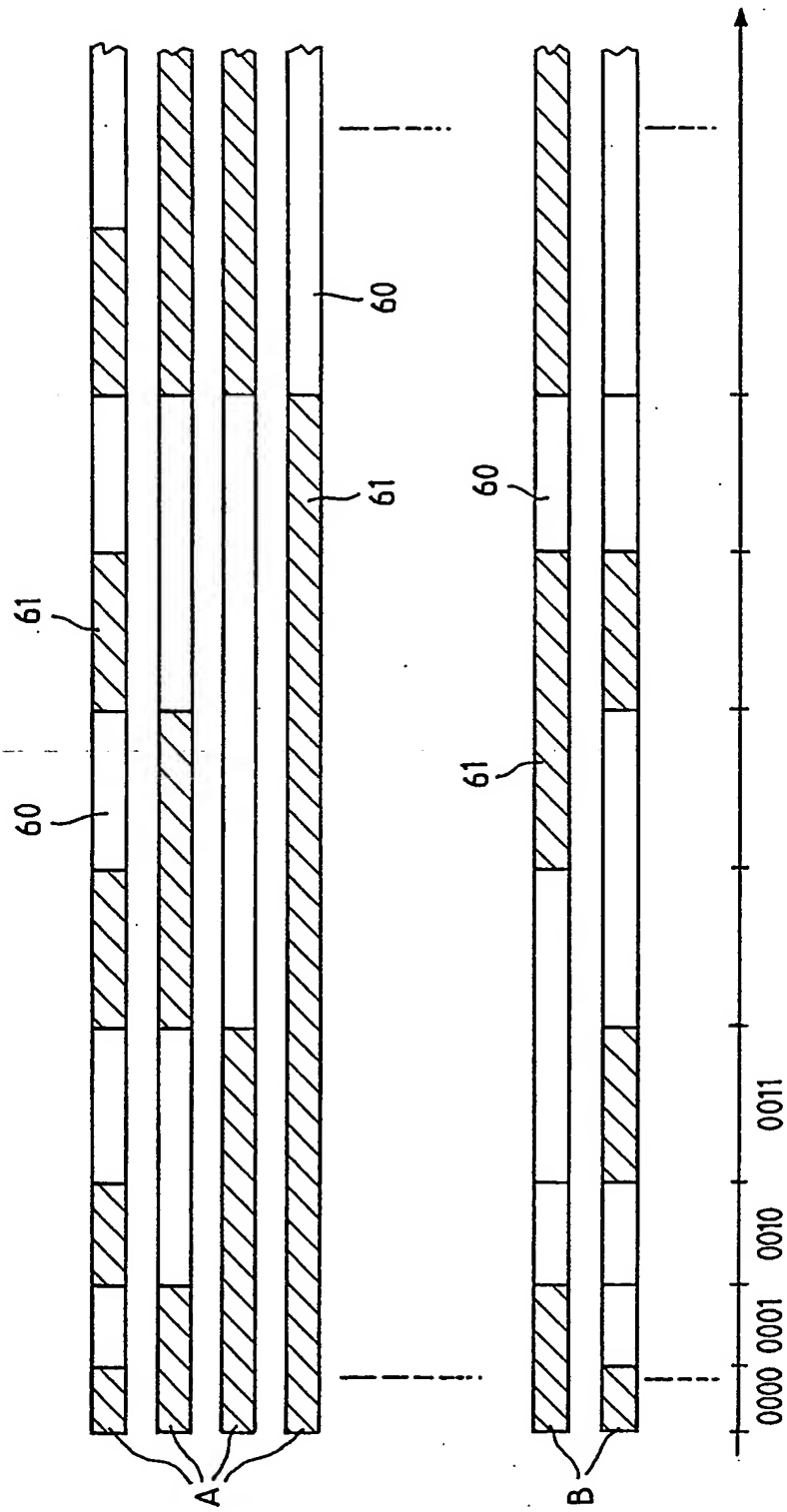


FIG. 11

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFR 9213464
FA 482030

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-3 820 912 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) * titre * * colonne 2, ligne 14 - colonne 3, ligne 59; figures 1-4 * ---	1-5, 13-16
X	GB-A-2 236 854 (STC PLC) * titre * * page 5, alinéa 2 - page 6, alinéa 1; figure 2 * ---	1-5, 13-16
X	US-A-4 964 727 (R.W.HUGGINS) * titre * * colonne 3, ligne 31 - colonne 8, ligne 11; figures 1-10E * ---	1-9, 13-22
X	GB-A-1 540 907 (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) * page 2, ligne 46 - page 3, ligne 39; figures 2-11 * ---	1-16
X	GB-A-2 209 101 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES LTD) * page 2, alinéa 4 - page 4, alinéa 5; figure 1 * * page 5, alinéa 6 - page 7, alinéa 3; figures 3A-5 * -----	1-5, 13-20
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL.5)
		G01D
Date d'achèvement de la recherche 16 JUILLET 1993		Examinateur VISSER F.P.C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant		